

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-308739

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.Cl.

H04B 1/40
H04B 1/18

(21)Application number : 2000-127205

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 27.04.2000

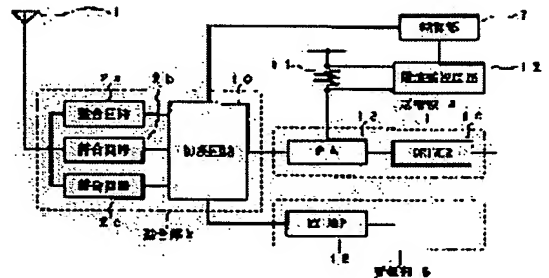
(72)Inventor : YUGAWA HIROSHI

(54) RADIO EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide radio equipment in which an antenna can be matched with a radio part when antenna property changes.

SOLUTION: In the radio equipment equipped with an antenna 1 to radiate a high frequency signal in the air as a radio wave, the radio part 3 to send and receive the high frequency signal to and from the antenna 1 and a matching section 2 between the radio part 3 and the antenna 1, a matching state of the antenna 1 and the radio part 3 is changed by change in impedance characteristic of the antenna 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-308739

(P2001-308739A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int. Cl. ¹	識別記号	F I	チーエーエー(参考)
H 0 4 B 1/40		H 0 4 B 1/40	5 K 0 1 1
1/18		1/18	A 5 K 0 6 2
			C

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-127205(P2000-127205)

(22) 出願日 平成12年4月27日 (2000. 4. 27)

(71) 出願人 000006833

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽根町5番地

(72) 発明者 湯川 寛志

北海道北見市豊地30番地 京セラ株式会社

北海道北見工場内

(74) 代理人 100075513

弁護士 後藤 政喜 (外2名)

Fターム(参考) 5K011 DA02 DA12 GA05 GA08 JA03

KA13

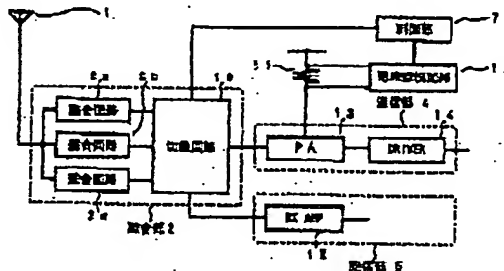
5K062 AA01 AB01 AB14 AC01 AE02

(54) 【発明の名称】 無線機

(57) 【要約】

【課題】 アンテナ特性が変化しても、無線部との整合がとれる無線機を提供する。

【解決手段】 高周波信号を電波としてを空中に放射するアンテナ1と、アンテナ1との間で高周波信号を送受する無線部3と、無線部3とアンテナ1との間に整合部2とを備えた無線機において、アンテナ1のインピーダンス特性の変化によりアンテナ1と無線部3との整合状態を変化させることを特徴とする無線機。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波信号を電波として空中に放射するアンテナと、前記アンテナとの間で高周波信号を送受する無線部と、前記無線部と前記アンテナとの間に整合部とを備えた無線機において、前記アンテナのインピーダンス特性の変化により前記アンテナと前記無線部との整合状態を変化させることを特徴とする無線機。

【請求項2】 高周波信号を電波として空中に放射するアンテナと、前記アンテナとの間で高周波信号を送受する無線部と、前記無線部と前記アンテナとの間に整合部とを備えた無線機において、前記アンテナのインピーダンス特性の変化により前記整合部のインピーダンス特性を変化させることを特徴とする無線機。

【請求項3】 高周波信号を電波として空中に放射するアンテナと、前記アンテナに高周波信号を供給する電力増幅器と、前記電力増幅器と前記アンテナとの間に整合部とを備えた無線機において、前記電力増幅器に供給される電流の変化に基づいて前記整合部のインピーダンス特性を変化させることを特徴とする無線機。

【請求項4】 高周波信号を電波として空中に放射するアンテナと、前記アンテナに高周波信号を供給する電力増幅器と、前記電力増幅器と前記アンテナとのインピーダンス特性を整合させる整合部と、前記電力増幅器に供給される電流を検出する電流検出部と、前記整合部を制御する制御部とを備えた無線機において、前記制御部は前記電力増幅器に供給される電流の変化に基づいて、前記整合部のインピーダンス特性を変化させることを特徴とする無線機。

【請求項5】 前記整合部は、インピーダンス特性の異なる複数の整合回路と、前記複数の整合回路を切り換えて接続する切換回路とを有し、前記複数の整合回路を選択的に接続することにより、前記整合部のインピーダンス特性を変化させることを特徴とする請求項1から4のいずれか一つに記載の無線機。

【請求項6】 前記整合部は、常時接続される整合回路と、必要により接続される補正回路と、前記補正回路を接続する切換回路とを有し、前記補正回路の接続を切り換えることにより、前記整合部のインピーダンス特性を変化させることを特徴とする請求項1から4のいずれか一つに記載の無線機。

【請求項7】 前記電力増幅器に供給される電流が所定の値より増加すると、前記整合部の特性を変化させることを特徴とする請求項3から6のいずれか一つに記載の無線機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、整合回路を有する無線機に関し、特に携帯無線機の無線部に用いられる整合回路の改良に関する。

【0002】

(2)

特開2001-308739

2

【従来の技術】 携帯電話機に代表される携帯無線機は、無線基地局との間に電波による通信回線を設定し、無線により音声、データ等の通信を行う。この携帯無線機は高周波信号（電波）を効率よくアンテナから放射するため、アンテナと無線部とのインピーダンスの整合がとれていることが必要であり、アンテナと送信部との間に、両者のインピーダンスを整合させるための整合回路を設けている。

【0003】 従来、このインピーダンスの整合には、電力増幅器の出力に180°位相をずらした信号を加えるフィードフォワード回路、電力増幅器の入力に180°位相をずらした信号を加えるカーチシアンループ回路や、電力増幅器の入力に電力増幅器と逆特性を有する回路を設けるブリディストーション回路等が用いられていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 携帯電話機等の移動体通信端末では、アンテナと無線部の間を、携帯電話機の定常状態にて整合されるように調整されている。すなわち、手で持った状態又は充電器に置いた状態で、アンテナと無線部との間が最適な整合状態となり、無線部からの高周波信号が最も効率よくアンテナに供給され、受信感度が最適となるように調整されている。

【0005】 しかし、携帯電話機は固定無線機と異なり、ポケットに入れて携帯したり、耳に当てて通話する等、携帯電話機周辺の状態が常に変化する。すなわち、人体が誘電体であるため、携帯電話機を耳に当てて通話する場合には携帯電話機に対する人体の位置が変わることと、アンテナのリアクタンス成分が変化し、インピーダンス特性が変化し、アンテナと無線部とが不整合状態となり、アンテナからの実効放射電力が減少し、又は無線部の消費電力が増加し、受信感度も劣化する。

【0006】 また、最近の携帯電話機においては、耳に当てて音声による通話をする他に、机の上に置いて又は手で持った状態で文字等のデータによる非音声通信をする場合も増えてきた。このような場合には双方の使用状態で、アンテナと無線部との整合をとり、効率よくアンテナから高周波信号を放射する必要がある。

【0007】 さらに、従来の携帯電話機では無線部の電力増幅器の後に、アイソレータを配置して、電力増幅器の出力側のインピーダンスを一定に保ち、アンテナのインピーダンス変化が電力増幅器に影響しないように構成することもあった。このような構成では部品点数が増え、アイソレータの挿入損失により無駄な電力が消費され、携帯電話機の動作時間が短くなる原因にもなっていた。

【0008】 本発明は、携帯無線機の周囲の状況により、アンテナのインピーダンス特性が変化しても、アンテナと無線部とが良好な整合状態とすることができると整合回路を含む無線機を提供することを目的とする。

50

(3)

特開2001-308739

【0009】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、高周波信号を電波として空中に放射するアンテナと、前記アンテナとの間で高周波信号を送受する無線部と、前記無線部と前記アンテナとの間に整合部とを備えた無線機において、前記アンテナのインピーダンス特性の変化により前記アンテナと前記無線部との整合状態を変化させる。

【0010】第2の発明は、高周波信号を電波として空中に放射するアンテナと、前記アンテナとの間で高周波信号を送受する無線部と、前記無線部と前記アンテナとの間に整合部とを備えた無線機において、前記アンテナのインピーダンス特性の変化により前記整合部のインピーダンス特性を変化させる。

【0011】第3の発明は、高周波信号を電波として空中に放射するアンテナと、前記アンテナに高周波信号を供給する電力増幅器と、前記電力増幅器と前記アンテナとの間に整合部とを備えた無線機において、前記電力増幅器に供給される電流の変化に基づいて前記整合部のインピーダンス特性を変化させる。

【0012】第4の発明は、高周波信号を電波として空中に放射するアンテナと、前記アンテナに高周波信号を供給する電力増幅器と、前記電力増幅器と前記アンテナとのインピーダンス特性を整合させる整合部と、前記電力増幅器に供給される電流を検出する電流検出部と、前記整合部を制御する制御部とを備えた無線機において、前記制御部は前記電力増幅器に供給される電流の変化に基づいて、前記整合部のインピーダンス特性を変化させる。

【0013】第5の発明は、第1～第4の発明において、前記整合部は、インピーダンス特性の異なる複数の整合回路と、前記複数の整合回路を切り換えて接続する切換回路とを有し、前記複数の整合回路を選択的に接続することにより、前記整合部のインピーダンス特性を変化させることを特徴とする。

【0014】第6の発明は、第1～第4の発明において、前記整合部は、常時接続される整合回路と、必要により接続される補正回路と、前記補正回路を接続する切換回路とを有し、前記補正回路の接続を切り換えることにより、前記整合部のインピーダンス特性を変化させることを特徴とする。

【0015】第7の発明は、第3～第6の発明において、前記電力増幅器に供給される電流が所定の値より増加すると、前記整合部のインピーダンス特性を変化させることを特徴とする。

【0016】

【発明の作用および効果】第1の発明は、アンテナのインピーダンス特性の変化によりアンテナと無線部との整合状態を変化させるので、また、第2の発明は、アンテナのインピーダンス特性の変化により整合部のインピーダンス特性を変化させるので、携帯電話機の周囲の状況

により、アンテナのインピーダンス特性が変化しても、常に良好な整合条件となり、電力増幅器の出力を無駄なくアンテナから放射することができる。

【0017】第3の発明は、電力増幅器に供給される電流の変化に基づいて、整合部の特性を変化させ、また、第4の発明は、電力増幅器に供給される電流を検出する電流検出部を設け、制御部がこの電流の変化に基づいて、整合部の特性を変化させるので、簡単な構成でアンテナのインピーダンス特性の変化を検出することができ、携帯電話機の周囲の状況によらず、常に良好な整合条件となり、電力増幅器の出力を無駄なくアンテナから放射することができる。

【0018】第5の発明は、インピーダンス特性の異なる複数の整合回路を選択的に接続して、整合部のインピーダンス特性を変化させるので、簡単な構成で広い範囲で整合がとれる整合部を実現することができる。

【0019】第6の発明は、常時接続される整合回路の他に、必要により補正回路を接続することにより、整合部のインピーダンス特性を変化させるので、整合部の構成をより簡単にすることができる。

【0020】第7の発明は、電力増幅器に供給される電流が所定の値より増加すると、整合部のインピーダンス特性を変化させるので、電流検出及び整合回路の切り換えが簡単な制御で実現できる。

【0021】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0022】図1は、本発明の実施の形態の携帯電話機の全体の構成を示すブロック図である。アンテナ1は整合部2を介して無線部3に接続されており、無線基地局からの電波を受け、無線基地局に対し電波を送信する。アンテナ1と無線部3との間には整合部2が設けられており、アンテナ1と無線部3とのインピーダンスの整合をとり、無線部3で生成した高周波信号を効率よくアンテナ1から送信するように構成されている。無線部3は送信部4及び受信部5にて構成されており、送信部4はアンテナ1から送信する高周波信号を生成する。受信部5は基地局からの高周波信号を増幅、周波数変換等をして、ベースバンド信号として音声処理部6に出力する。

【0023】音声処理部6はベースバンド信号を復調し音声信号にすると共に、音声信号を変調しベースバンド信号にする。

【0024】制御部7は整合部2、無線部3、音声処理部6等、携帯電話機の各部を制御するもので、このうち無線部3に対しては、送受信する周波数、送信する電波の出力を制御している。すなわち、基地局との間で特定の周波数で無線回線を設定し、設定した無線回線が切れないように、基地局からの信号の電界強度(RSSI)により定まる所定の電力をアンテナ1から送信するように制御している。

(4)

特開 2001-308730

5

【0025】そして本発明では、とくに制御部7が整合部2のインピーダンス特性を自動的に調整する制御に要旨があり、この点は後に詳述する。

【0026】さらに、音響信号を電気信号に変換する送話部8及び電気信号を音響信号に変換する受話部9を有している。

【0027】図2は、本発明の第1の実施の形態の整合部2周辺の詳細な構成を示すブロック図である。送信部4は複数段の増幅回路からなり、前段増幅器(DRIVER)14、電力増幅器(PA)13にて構成されている。電力増幅器13には電池(図示せず)からの電源が供給されており、電力増幅器13に供給される電源電流は電流監視回路12で監視されている。具体的には電力増幅器13への電源供給線に抵抗器11を設け、抵抗器11の両端の電圧を測定することにより、電流の変化を検出する。

【0028】電流監視回路12で検出された電力増幅器13へ供給される電源電流が所定の値を超えると、その旨が制御部7へ伝えられ、制御部7は電流の変化の情報に基づき、予め定められた条件で切換回路10により整合回路2a、2b、2cを切り換える。

【0029】なお、電流監視回路12は抵抗器11の両端の電圧を測定して電源電流を検出し、この電流値を制御部7へ伝達して、制御部7でこの電流の増減を判断するように構成することもできる。

【0030】整合部2には、インピーダンス特性の異なる3つの整合回路2a、2b、2cが切換回路10により切換可能に設けられている。整合回路2a、2b、2cは、2個のコンデンサと1個のコイルにより構成されるπ形同調回路、又は、1個のコンデンサと1個のコイルにより構成されるL形同調回路等の既知の整合回路により構成される。

【0031】切換回路10はスイッチングダイオードを用いた高周波スイッチにより構成されており、制御部7からの信号により、アンテナ1と電力増幅器13が常に良好な条件で整合するように整合回路2a、2b、2cを切り換え、整合部2のインピーダンス特性が調整される。この整合回路の切り換えは整合回路2a、2b、2cを択一的に接続するように切り換えてもよいが、複数の整合回路を同時に接続し、並列的に接続された整合回路の組み合わせで、整合部2が所定のインピーダンス特性を実現するように構成してもよい。

【0032】次に、整合回路の切り換え手順について説明する。図3は第1の実施の形態における整合回路の切換手順を示すフローチャートである。

【0033】電流監視回路12が電力増幅器13へ供給される電源電流を検出して、この電流値が所定の値を超えると、アンテナ1と送信部4との整合状態が悪化したものと判断し(ステップ102)、整合回路2aを整合回路2bに切り換える(ステップ103)。整合回路2

6

aを整合回路2bに切り換えることにより、アンテナ1と送信部4との整合状態が変化し、電力増幅器13に供給される電源電流が変化する。

【0034】一方、この電流値が所定の値を超えていなければ、アンテナ1と送信部4との整合状態はよいものと判断し、整合回路2aを切り換えることなく処理の最初に戻る。

【0035】次に、電流監視回路12は、整合回路2bを接続した新たな整合状態でステップ102と同様の判断をし、電力増幅器13に供給される電源電流がなおかつ前述した所定の値より多ければ、他の整合回路に切り換える。

【0036】具体的には、電流監視回路12は、整合回路2bを接続した状態で電力増幅器13へ供給される電流を検出して、この電流値が所定の値を超えていると、アンテナ1と送信部4との整合状態がまだ悪いと判断し(ステップ104)、整合回路2bを別の整合回路2cへ切り換える(ステップ105)。一方、整合回路2bに切り換えた状態で電流値が所定の値を超えていなければ、アンテナ1と送信部4との整合状態はよいものと判断し、整合回路2bに切り換えた状態を維持し、処理の最初に戻る。

【0037】さらに、電流監視回路12は、第3の整合回路に切り換えた状態でも同様の判断を行う。

【0038】電流監視回路12は、整合回路2cに切り換えた状態で電力増幅器13へ供給される電流を検出して、この電流値が所定の値を超えていると、アンテナ1と送信部4との整合状態が悪いと判断し(ステップ106)、整合回路2a、2b、2cのうち、電力増幅器13に供給される電源電流が最小となる整合回路が、アンテナ1と送信部4との整合状態が最もよいものと判断し、電力増幅器13に供給される電源電流が最小値となる整合回路に切り換える(ステップ107)。一方、整合回路2cに切り換えた状態で電流値が所定の値を超えていなければ、アンテナ1と送信部4との整合状態はよいものと判断し、整合回路2cに切り換えた状態を維持し、処理の最初に戻る。

【0039】ここで、図4にアンテナ1と無線部3との整合状態を示す。縦軸はリターンロス(VSWR)を、横軸は周波数を表す。通常状態でアンテナ1は共振線Aに示すような特性で無線部3に整合されており、送信周波数帯域($f_1 \sim f_2$)と受信周波数帯域($f_3 \sim f_4$)の中間にアンテナ1の共振周波数(A)が位置するように調整されている。この状態では送信周波数及び受信周波数においてアンテナ1と無線部3とのリターンロスが少なく、アンテナ1と無線部3とが送信周波数帯域及び受信周波数帯域で整合がとれた状態にある。

【0040】一方、携帯電話機が通話状態となり人体に近接すると、点線Bで示すようにアンテナ1の共振周波数が変化する(B)。この状態では受信周波数帯域にお

50

(5)

特開2001-308738

7

いてはリターンロスが低く、アンテナ1と無線部3との整合がとれているが、送信周波数帯域においてはリターンロスが高くなり、アンテナ1と無線部3とが不整合状態にあり、効率的にアンテナ1から電波の放射ができない。

【0041】このとき、前述したように整合回路2a、2b、2cを切り換えることにより整合部2のインピーダンス特性を変化させ、アンテナ1と無線部3とのインピーダンスの整合をとると、一点線Cに示すようにアンテナ1の共振周波数は定常状態の共振周波数に近くなり(C)、送信周波数帯域及び受信周波数帯域の双方で整合をとることができる。

【0042】図5は、アンテナ1と無線部3の整合状態と電力増幅器13に供給される電流との関係を示す図である。縦軸にリターンロス(VSWR)を、横軸に電力増幅器13に供給される電源電流を表す。前述したように、携帯電話機は基地局との間に設定した無線回線を切断しないように一定の強度の電波を送信するように動作している。よって、送信部とアンテナとの整合が悪化し、リターンロスが増えると、送信部4は高周波信号の出力を増加させ、電力増幅器13の消費電流が増加する。

【0043】従って、第1の実施の形態においては、携帯電話機の周囲の状況によりアンテナ1のインピーダンス特性が変化し、これに基づいて電力増幅器13に供給される電源電流が変化しても、この電流変化を検出する電流監視回路12を設けており、制御部7がこの電流の変化に基づいて、切換回路10により整合回路2a、2b、2cを切り換え、整合部2のインピーダンス特性を変化させるので、常に良好な整合条件となり、電力増幅器13の出力を無駄なくアンテナから放射することができる。

【0044】また、アンテナ1のインピーダンス特性の変化が電力増幅器13に影響しないので、電力増幅器13とアンテナ1との間にアイソレータを配置する必要がなく、部品点数が増えることがない。さらに、アイソレータの挿入損失により無駄な電力が消費されることがなく、携帯電話機内で無駄な発熱を抑制することができ、携帯電話機の動作時間を長くすることができる。

【0045】さらに、インピーダンス特性の異なる複数の整合回路2a、2b、2cを選択的に接続することにより、整合部2のインピーダンス特性を調整するので、簡単な構成で広い範囲で整合がとれる整合部を実現することができる。

【0046】図6は、本発明の第2の実施の形態の整合部2周辺の詳細な構成を示すブロック図である。送信部4、受信部5、電流監視回路12の構成は前述した第1の実施の形態と同じである。第2の実施の形態において、整合部2は1つの整合回路2aと所定のインピーダンス特性を持つ補正回路16とを有している。

8

【0047】電流監視回路12で、電力増幅器13へ供給される電源電流の変化が検出されると、その情報は制御部7へ伝えられる。制御部7は電流の変化の情報に基づき、整合回路2aに補正回路16を付加するように切換回路10を制御する。この補正回路16の接続を切り換えることにより、アンテナ1と電力増幅器13とが常に良好な条件で整合するように整合部2のインピーダンス特性が調整される。

【0048】なお、1個の補正回路16を設けた例について説明したが、異なるインピーダンス特性の2個以上の補正回路を設け、これらの一つ又は複数を選択して切り換え、接続する補正回路の組合せにより、整合部2の特性を変化させるように構成してもよい。また、同じインピーダンス特性の2個以上の補正回路を設け、これらの一つ又は複数を選択して切り換え、接続する補正回路の数により、整合部2の特性を変化させるように構成してもよい。

【0049】従って、この実施の形態においては、携帯電話機の周囲の状況によりアンテナ1のインピーダンス特性が変化し、これに基づいて電力増幅器13に供給される電源電流が変化しても、この電流変化を検出する電流監視回路12を設けており、制御部7がこの電流変化に基づいて、切換回路10により補正回路16の接続を切り換え、整合部2のインピーダンス特性を変化させるので、常に良好な整合条件となり、電力増幅器13の出力を無駄なくアンテナから放射することができる。

【0050】また、常時接続される整合回路2aに、必要により補正回路16を接続することにより、整合部2のインピーダンス特性を調整するので、整合部2の構成をより簡単にすることができる。

【0051】さらに、第1の実施の形態と同様に、電力増幅器13の後にアイソレータを配置しなくてもよい効果も奏する。

【0052】以上説明した第2の実施の形態においても、図3で示した第1の実施の形態における整合回路の切り換えと同様の手順で、整合部2の特性を調整することができる。具体的には補正回路16をつないだ状態と、補正回路16を切り離した状態とのうち、電力増幅器13へ供給される電源電流が少ない状態に切換回路10を切り換えればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の携帯電話機の全体のブロック図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態の整合部周辺のブロック図である。

【図3】 整合回路の切換手順を示すフローチャートである。

【図4】 アンテナと無線部との整合状態を示す図である。

【図5】 整合状態と電力増幅器の電流との関係を示

(6)

特開2001-308739

9

10

す図である。

【図6】 本発明の第2の実施の形態の整合部周辺のブロック図である。

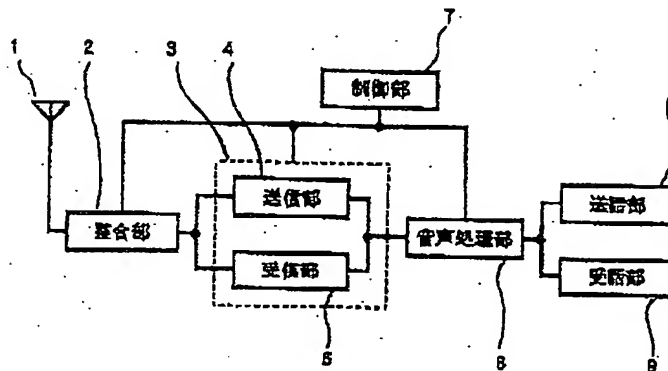
【符号の説明】

- 1 アンテナ
- 2 整合部
- 2a 整合回路
- 2b 整合回路
- 2c 整合回路
- 3 無線部
- 4 送信部
- 5 受信部

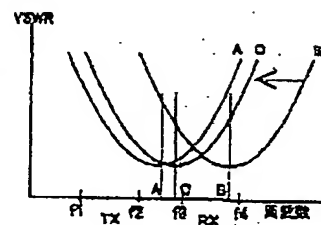
- * 6 音声処理部
- 7 制御部
- 8 送信部
- 9 受信部
- 10 切換回路
- 11 抵抗器
- 12 電流監視回路
- 13 電力増幅器
- 14 前段増幅器
- 10 15 受信アンプ
- 16 補正回路

*

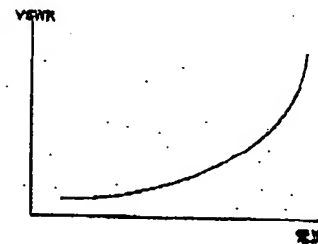
【図1】



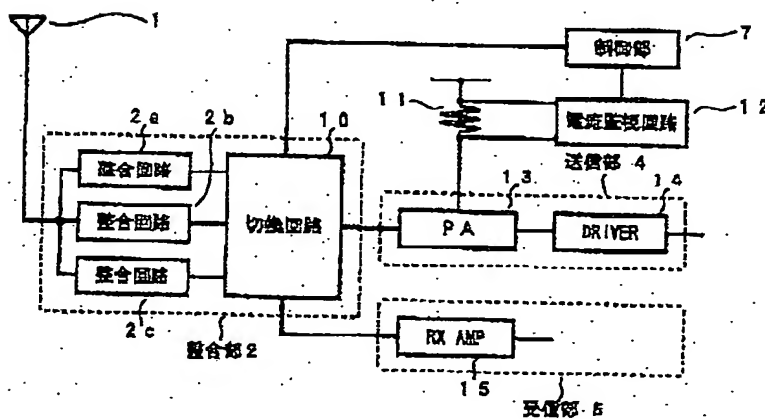
【図4】



【図5】



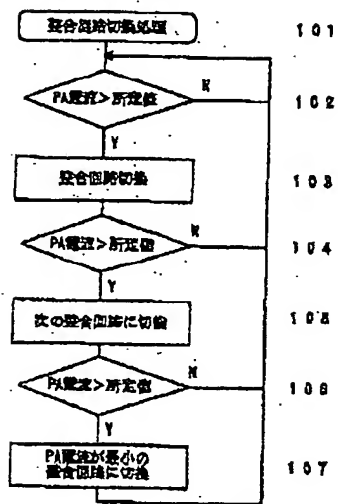
【図2】



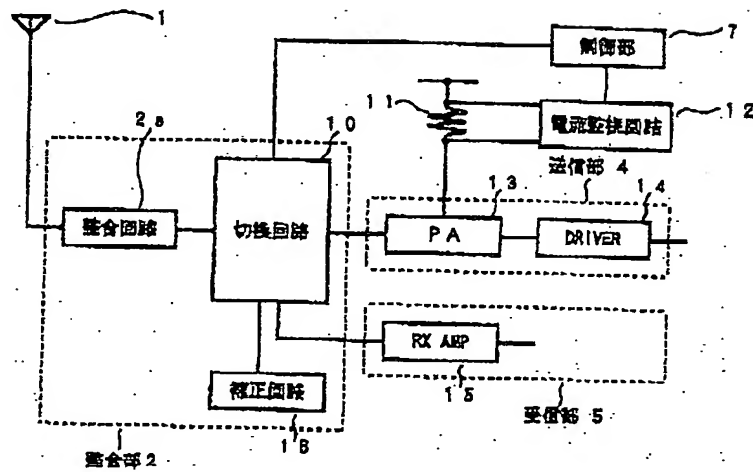
(7)

特開2001-308739

【図9】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.